ROMANIA
RENEL
REGIA AUTONOMA DE ELECTRICITATE

CENTRUL DE FORMARE
PROFESIONALĂ



Tudora V.

PROTECȚIA PRIN RELEE ÎN RETELELE DE SERVICII PROPRII ALE TERMOCENTRALELOR CU NEUTRUL TRATAT PRIN REZISTENTE

AMpt6-4

1995

1. Consideraţii generale.

Reţeaua de servicii proprii de medie tensiune cuprinde ansamblul de staţii şi legături electrice de medie tensiune din centralele electrice (legate galvanic), necesare alimentării cu energie electrică a serviciilor proprii ale acestora.

In orice sistem trifazat echilibrat direct sau invers există un neutru electric situat în centrul de greutate al triunghiului echilateral (figura 1), format de tensiunile compuse AB, BC, CA ale reţelei.

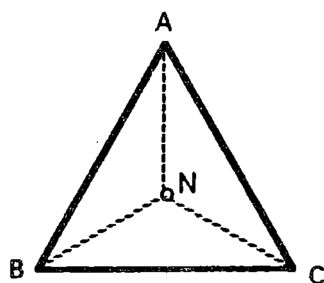


Fig. 1

Neutrul fizic este reprezentat prin punctul comun de conectare a înfăşurărilor unui generator legat în stea.

Potenţialul neutrului electric în raport cu fazele este impus de sursa de energie şi este reprezentat prin tensiunile simple NA, NB şi NC, cele trei tensiuni simple sunt egale, în afara unor condiţii de defect, cum ar fi de exemplu un scurtcircuit între o fază şi pământ.

Potenţialul neutrului în raport cu pământul depinde de alţi factori. Fiecare fază prezintă în raport cu pământul o capacitate C şi o rezistenţă de izolaţie ρ (figura 2a).

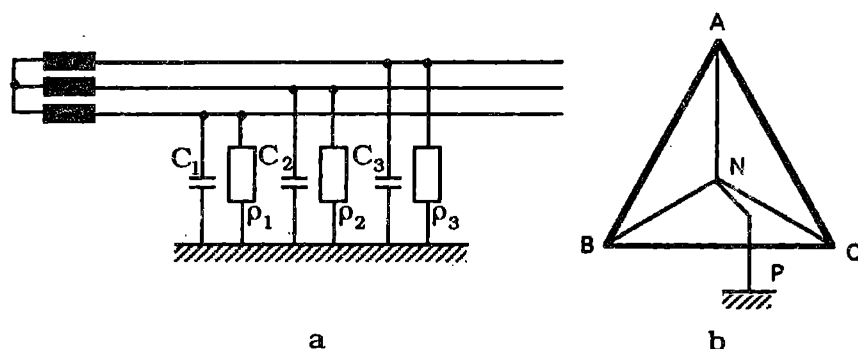


Fig. 2

Dacă $C_1 = C_2 = C_3 = C$ şi $\rho_1 = \rho_2 = \rho_3 = \rho$ adică reţeaua este perfect simetrică şi nu prezintă defecte, ansamblul celor trei impedanţe determină un punct neutru artificial confundat cu pământul; în aceste condiţii potenţialul neutrului N este identic cu potenţialul pământului (figura 2b).

In realitate, această situaţie este rar întâlnită; capacităţile C_1, C_2 şi C_3 ale fazelor nu sunt riguros egale şi nici rezistenţele de izolaţie $\rho_1 = \rho_2$ şi ρ_3 nu sunt identice.

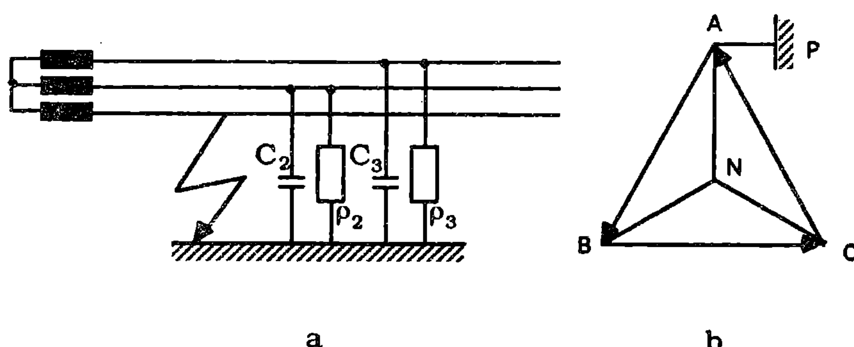


Fig. 3

Dacă se consideră cazul extrem de punere la pământ a unei faze, capacitatea şi rezistenţa de izolaţie ale acesteia devin nule, iar potenţialul punctului neutru în raport cu pământul corespunde tensiunii simple a reţelei (figura 3a, b).

Dacă se admite că toate combinaţiile de capacităţi şi rezistenţe de izolaţie sunt posibile, atunci punctul P care reprezintă potenţialul pământului poate lua orice poziţie în interiorul triunghiului echilateral ABC.

În consecinţă, potenţialul neutrului electric în raport cu pământul nu este fix şi poate lua orice valoare cuprinsă între zero şi tensiunea simplă a reţelei.

În aceste condiţii, tratarea neutrului transformatorului prezintă o importanţă deosebită la funcţionarea reţelelor în regimuri nesimetrice, când una dintre faze se pune accidental la pământ.

Rezultă că regimul neutrului în reţelele electrice sau poziţia lui electrică în raport cu pământul, determină în anumite condiţii, fie apariţia unor curenţi cu intensităţi mari (curenţi de scurtcircuit), fie a unor supratensiuni.

2. Regimuri ale neutrului în reţele electrice.

În principiu există trei metode de tratare a neutrului transformatoarelor şi anume: neutrul izolat, neutrul legat la pământ printr-o impedanţă (în particular printr-o bobină de stingere sau o rezistenţă) şi neutrul legat direct la pământ.

În problema care se tratează se ia în consideraţie regimul cu neutrul izolat şi regimul cu neutrul legat la pământ prin rezistenţă.

2.1. Reţea cu neutrul izolat faţă de pământ.

Neutrul fizic al unei astfel de reţele este izolat în raport cu pământul, iar potenţialul neutrului electric, în condiţii normale de funcţionare, teoretic, este acelaşi cu cel al pământului.

În reţele simetrice, capacităţile fazelor faţă de pământ C_{10}, C_{20}, C_{30} sunt egale între ele.

Când sistemul de tensiuni este simetric, apare un sistem simetric de curenţi capacitivi $\underline{I}_{1C}$, $\underline{I}_{2C}$ şi $\underline{I}_{3C}$, a cărei rezultantă în fiecare moment este nulă.

In aceste condiţii şi potenţialul V_N al punctului neutru este nul.

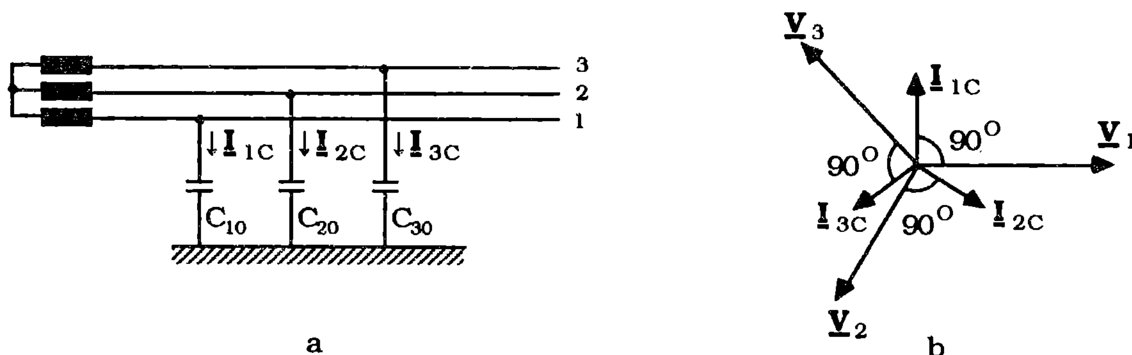


Fig. 4

In cazul apariţiei unui defect la pământ pe una din faze, prezenţa capacităţilor liniei permite un schimb de energie între faza defectă şi fazele sănătoase; curentul de defect care apare are o valoare cu atât mai mare, cu cât capacităţile au valori mai ridicate, adică reţeaua legată galvanic este mai extinsă

Faza defectă capătă potenţialul pământului, iar potenţialul punctului neutru al

transformatorului nu mai este zero şi devine egal cu tensiunea pe fază; neutrul transformatorului trebuie să fie izolat corespunzător.

In aceste condiţii tensiunea fazelor sănătoase faţă de pământ nu mai este egală cu tensiunea pe fază, ci devine tensiunea între faze suprasolicitând izolaţia electrică a reţelei.

Sistemul de curenţi nu mai este simetric, deoarece curentul $\underline{I}_{1C} = 0$ iar curenţii $\underline{I}'_{2C}$ şi $\underline{I}'_{3C}$ care parcurg capacităţile C_{20} şi C_{30} au o rezultantă care nu mai este zero (figura 5) şi se determină cu relaţia:

$$\underline{I}_C = \underline{I}'_{2C} + \underline{I}'_{3C} = 3\,j\,\omega C_0\,(\underline{U}_{12} + \underline{U}_{13}) = j\,\omega\,C_0\,(2V_N - V) = 3j\,\omega\,C_0 V \quad (1)$$

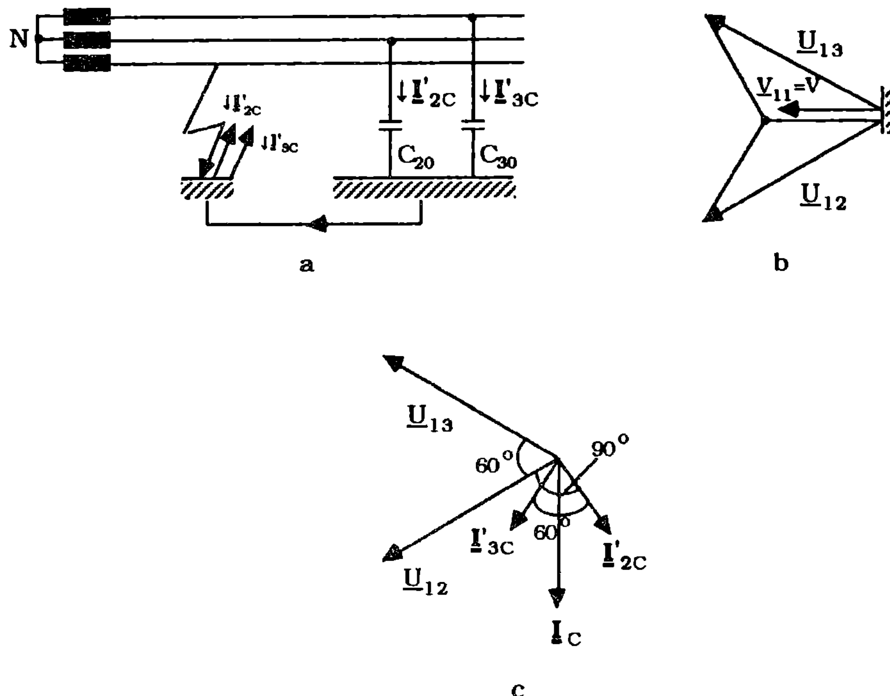


Fig. 5

Sau $\underline{I}_C = 3\,w\,C_0\,U_f$ (2)

unde: C_0 - capacitatea faţă de pământ a unei faze a întregii reţele legate galvanic;

U_f - tensiunea de fază a reţelei;

ω - pulsaţia ($2\pi f$).

Intrucât curenţii capacitivi I'_{2C} şi I'_{3C} au intensităţi mult mai mici faţă de curenţii de sarcină ai liniei, se poate considera că tensiunile de alimentare pe faze, măsurate în raport cu punctul neutru, nu se dezechilibrează în mod sensibil. Ca urmare, reţeaua va continua să funcţioneze alimentând consumatorii cu energie electrică în condiţii satisfăcătoare, cu toate că una dintre faze este pusă la pământ.

Acest mod de tratare a neutrului crează supratensiuni atât în regim permanent, cât şi în regim tranzitoriu.

Intradevăr, la apariţia punerii la pământ pe o fază, în punctul de defect se formează un arc electric, prin care circulă curentul capacitiv rezultant I_C, arc care se stinge la fiecare trecere prin zero a curentului. In funcţie de intensitatea curentului, arcul electric se poate reaprinde după ce curentul a trecut prin zero; arcul se stinge şi

se reaprinde succesiv devenind un arc intermitent. Datorită acestui fenomen, supratensiunile care pot să apară pe fazele sănătoase pot creşte, depăşind valoarea tensiunii între faze şi atingând 3,5 - 4 ori tensiunea pe fază.

Arcul intermitent şi supratensiunile care-l însoţesc, persistând, poate provoca străpungerea izolaţiei în alte puncte, unde ea este mai slabă, transformând punerea la pământ într-un scurtcircuit bifazat sau trifazat.

Din cercetările efectuate, a rezultat că arcul electric intermitent apare atunci când intensitatea curentului la locul de defect este mai mare de 5A; sub această valoare arcul se stinge la prima trecere prin zero şi nu se mai reaprinde la revenirea tensiunii.

Reţelele de cabluri de 6 - 10 kV pot fi exploatate cu neutrul izolat, cu condiţia ca la locul defectului curentul să nu depăşească 10 A. La valori mai mari, apare pericolul distrugerii izolaţiei şi punerea la pământ poate deveni scurtcircuit bifazat sau trifazat.

2.2 Legarea la pământ a neutrului prin rezistenţă.

Pentru reducerea supratensiunilor tranzitorii şi stabilizate şi asigurarea posibilităţilor de realizare a unei protecţii rapide şi selective la apariţia punerilor la pământ în reţelele de medie tensiune, se adoptă soluţia de tratare a neutrului prin rezistenţă.

In acest caz o punere la pământ a unei faze devine un scurtcircuit monofazat, a cărei valoare maximă poate fi prestabilită prin alegerea corespunzătoare a rezistenţei de legare la pământ.

In figura 6 este prezentată o reţea trifazată cu neutrul legat la pământ prin rezistenţa R, în care una din faze este pusă la pământ.

Prin locul de defect se vor închide atât curenţii capacitivi proprii reţelei respective I_C, cât şi curentul de scurtcircuit monofazat I_R, prin rezistenţa de legare la pământ a neutrului reţelei.

Rezultă:

$\underline{I}_{C1} = \underline{I}'_{CS1} + \underline{I}'_{CT1}$; $\underline{I}_{Cn} = \underline{I}_{CSn} + \underline{I}_{CTn}$

$\underline{I}_C = \underline{I}_{C1} + \ldots \underline{I}_{Cn}$; $I_{SC} = \sqrt{I^2_R + I^2_C}$

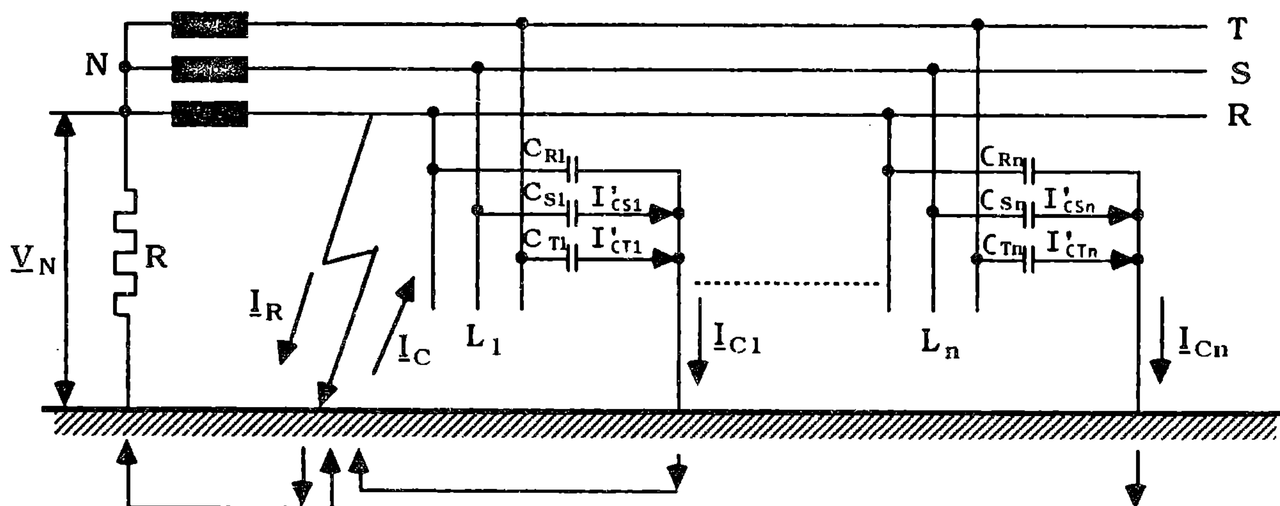


Fig. 6

In cazul în care conexiunea transformatorului pe partea de MT este în triunghi, se creează neutru artificial cu ajutorul bobinei trifazice de punct neutru (BPN); neutrul astfel realizat este legat la pământ prin rezistenţa R.

Circulaţia curenţilor la scurtcircuite monofazate în reţeaua electrică cu neutrul astfel tratat este prezentată în figura 7.

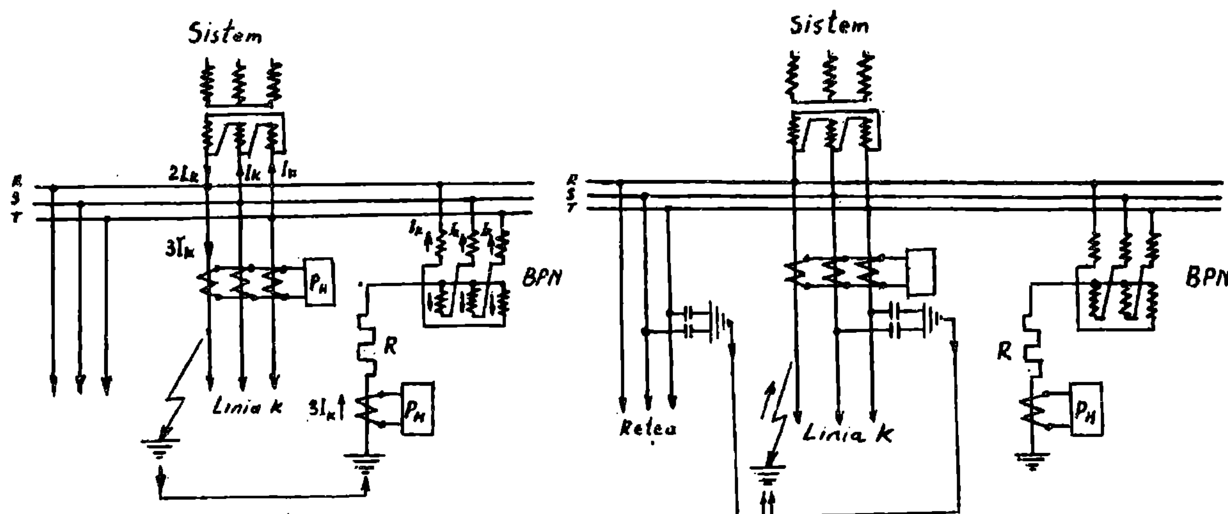


Figura 7

2.2.1. Determinarea curentului capacitiv de punere la pământ.

Curentul capacitiv de punere la pământ al unui cablu trifazat în manta comună (cazul cablelor din serviciile proprii de medie tensiune ale termocentralelor) se determină considerând valorile specifice de curent indicate în tabelele din îndreptorul de proiectare pentru reţele de medie tensiune cu neutrul legat la pământ 1E - I_p 35/1-90 astfel:

$$I_{CK} = i_{CK}\ l_K \qquad (3)$$

unde: I_{CK} - curentul capacitiv al liniei K;

i_{CK} - curentul capacitiv specific liniei K, variabil cu secţiunea şi tipul cablului;

l_K - lungimea cablului.

Curentul capacitiv mai poate fi determinat şi cu relaţia:

$$I_C = \sqrt{3}\, U\, \omega\, C_{10}\ 10^{-6}\ \text{(A/Km)}$$

unde: U - tensiunea între faze a reţelei în kV;

ω - pulsaţia;

C_{10} - capacitatea specifică a cablului faţă de pământ în F/Km.

Curentul capacitiv total de punere la pământ al unei reţele electrice cuplate galvanic la un moment dat se obţine adunând curenţii capacitivi ai tuturor cablurilor din această reţea.

2.2.2 Calculul curentului de scurtcircuit monofazat limitat.

Curentul de scurtcircuit monofazat, făcând abstracţie de curentul capacitiv, are

valoarea dată de relaţia:

$$I_R = \frac{U_f}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}} \quad (4)$$

unde: R - rezistenţa de legare la pământ (rezistorul);

L - inductanţa homopolară a întregului circuit.

In relaţia (4) s-a neglijat rezistenţa conductoarelor reţelei şi a transformatorului fiind mici în raport cu R. Iintrucât, în cele mai multe cazuri reactanţa inductivă (ωL) este mult mai mică decât R, această reactanţă se poate neglija şi relaţia (4) devine:

$$I_R = \frac{U_f}{R} \quad (5)$$

Valoarea curentului de scurtcircuit la locul defectului este dată de relaţia:

$$I_{sc} = \sqrt{I_R^2 + I_C^2} \quad (6)$$

Potenţialul neutrului faţă de pământ este exprimat prin căderea de tensiune pe rezistorul R, produsă de curentul I_R,

$$U_N = R\, I_R \quad (7)$$

Acest potenţial este mult mai mic decât în cazul reţele cu neutrul izolat, când potenţialul neutrului faţă de pământ ajunge la valoarea tensiunii pe fază.

Valoarea curentului de scurtcircuit monofazat la locul defectului poate fi calculată şi cu relaţia

$$I_{SC} = \frac{3U_f}{\Sigma R + 3R + j\Sigma x} + 3\, j\, \omega\, U_f\, (C_{or} - C_{oc}) \quad [A] \quad (8)$$

unde: U_f - tensiunea pe fază a reţelei în V;

ΣR - suma rezistenţelor directe, inverse şi homopolare până la locul de defect;

($\Sigma R = \Sigma R_d + \Sigma R_i + \Sigma R_h$ în Ω)

ΣX - suma reactanţelor directă, inversă şi homopolară ale reţelei până la locul de defect.

($\Sigma X = \Sigma X_d + \Sigma X_i + \Sigma X_h$ în Ω)

R - valoarea rezistorului, în Ω;

C_{or} - capacitatea homopolară pe fază a întregii reţele de servicii proprii conectată galvanic la momentul analizat, în µF/Km;

C_{or} - capacitatea homopolară pe fază a cablului defect, în µF/Km.

2.2.3. Stabilirea valorii rezistorului R.

Pentru reducerea valorilor supratensiunilor de comutaţie, literatura de specialitate recomandă ca între curentul rezistiv I_R şi curentul capacitiv I_C la locul de defect să existe relaţia:

$$I_R \geq 2\, I_C$$

Existenţa motoarelor alimentate din reţeaua de medie tensiune determină limitarea curentului de scurtcircuit monofazat la o valoare care să nu afecteze grav

circuitul magnetic al acestora.

Astfel pentru generatoare şi motoare valoarea limită admisă a curentului de scurtcircuit monofazat este de 100 A la o durată a defectului de cca. o secundă; pentru durate mai mici de o secundă acesta poate ajunge până la 300 A.

Această cerinţă este satisfăcută dacă valoarea rezistorului este de 15Ω ± 10%.

2.2.4. Soluţii de realizare a legării la pământ a neutrului prin rezistenţă.

Funcţie de echipamentele primare de care se dispune, pot fi utilizate următoarele soluţii:

a) cu transformatoare de alimentare a serviciilor proprii, cu conexiunea stea pe partea de medie tensiune şi neutrul accesibil (figura 8);

b) cu bobine pentru crearea neutrului artificial (BPN) şi rezistor (R) conectate în derivaţie la bornele de medie tensiune ale transformatoarelor de alimentare a serviciilor proprii (figura 9);

c) cu bobine pentru crearea neutrului artificial (BPN) şi rezistor (R) conectate pe barele staţiilor de servicii proprii de medie tensiune (figura 10).

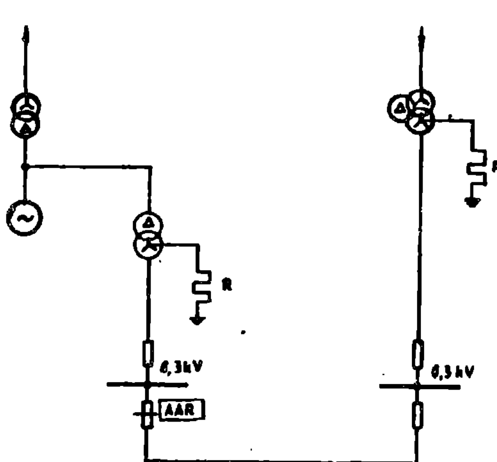


Figura 8

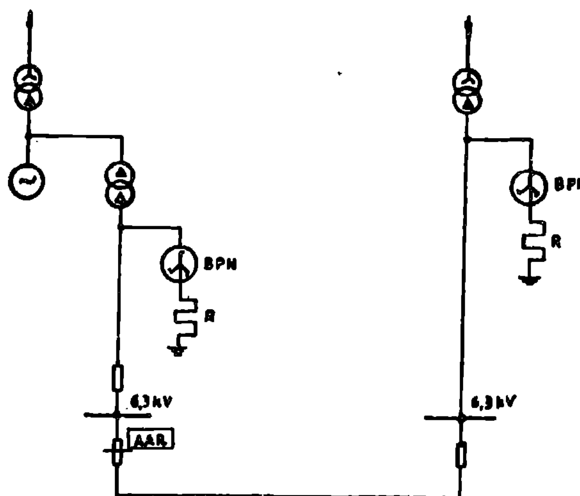


Figura 9

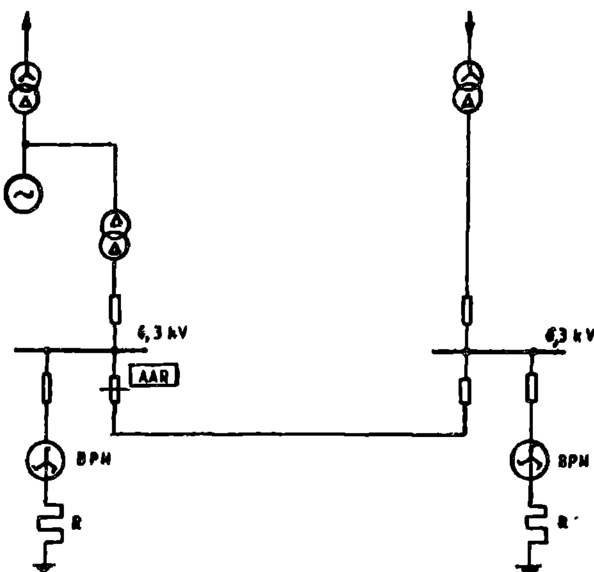


Figura 10

Soluţia optimă din punct de vedere economic şi al siguranţei de funcţionare este utilizarea transformatoarelor de servicii proprii cu conexiunea stea pe partea de medie tensiune şi neutrul accesibil (soluţia a).

Soluţia b (BPN + R) se aplică la termocentralele existente care au transformatoare de servicii proprii cu conexiune triunghi pe partea de medie tensiune.

Soluţia c (BPN + R conectate pe barele staţiei) prezintă dezavantajul că nu se realizează comutarea BPN + R odată cu sursa de alimentare a barelor de servicii proprii de medie tensiune, ceea ce crează posibilitatea, ca prin manevre sau declanşări prin protecţie a transformatorului de servicii proprii şi funcţionarea AAR, să rămână conectate în paralel mai multe BPN + R, aceasta conducând la creşterea curentului de scurtcircuit monofazat peste valoarea de dimensionare a echipamentelor electrice.

Soluţia c se aplică în locul soluţiei b, când din motive constructive sau din lipsă de spaţiu, aceasta nu poate fi realizată.

3. Protecţia prin relee.

Stabilirea tipurilor de protecţie prin relee pentru elementele din staţiile de servicii proprii de medie tensiune a termocentralelor se face conform PE 501/85 şi îndreptarul de proiectare I_p 35/1 - 90.

3.1. Protecţia transformatoarelor de alimentare a serviciilor proprii de bloc (racordate la tensiunea generatorului fără întrerupător).

3.1.1 Transformatoare cu conexiunea stea pe partea de 6,3 kV şi neutrul accesibil.

Pentru protejarea acestor transformatoare se prevăd:

a) protecţie diferenţială longitudinală ca protecţie de bază împotriva scurtcircuitelor interioare (în zona protejată), desensibilizată faţă de valoarea maximă a curentului de dezechilibru datorat reglajului de tensiune a transformatorului, neidentităţii transformatoarelor de curent, şocului de magnetizare a transformatorului etc.

Această protecţie nu are condiţii de funcţionare la scurtcircuite monofazate pe partea de 6,3 kV a transformatorului, deoarece valorile curenţilor de scurtcircuit monofazat sunt mai mici decât curentul de acţionare al protecţiei.

Protecţia se realizează trifazat şi comandă fără temporizare declanşarea blocului generator transformator.

b) Protecţia diferenţială homopolară ca protecţie de bază împotriva scurtcircuitelor monofazate pe partea de 6,3 kV a transformatorului, desensibilizată la scurtcircuite exterioare.

Protecţia se racordează la secundarul transformatorului de curent amplasat pe legătura la pământ a neutrului de 6,3 kv la partea inferioară a rezistorului şi la filtrul de curent de secvenţă homopolară (FCSH) realizat cu transformatoarele de curent din celula de 6,3 kV a trnasformatorului protejat.

Schema de protecţie se poate realiza în mai multe variante.

In figurile 11, 12, 13 sunt prezentate modalităţi de realizare a protecţiei diferenţiale longitudinale împreună cu protecţia diferenţială homopolară pentru transformatoarele de servicii proprii de bloc cu conexiunea stea pe partea de 6,3 kV şi neutrul accesibil.

Soluţia prezentată în figura 11 se utilizează atunci când protecţia diferenţială

longitudinală se realizează fără transformatoare intermediare de egalizare, dar pentru realizarea protecţiei diferenţiale homopolare este necesar un transformator de egalizare special, care se livrează împreună cu releul diferenţial homopolar; transformatorul intermediar de egalizare are patru înfăşurări primare şi o înfăşurare secundară, rapoartele de transformatoare ale înfăşurărilor stabilindu-se funcţie de rapoartele de transformare ale transformatoarelor de curent în celula de 6,3 kV ale transformatorului şi pe neutrul de 6,3 kV.

Protecţia diferenţială longitudinală

Dy_n-1

R

Protecţie diferenţială homopolară

R S T

Figura 11

Soluţia din figura 12 se utilizează atunci când protecţia diferenţială longitudinală este realizată cu transformatoare de egalizare pe partea tensiunii inferioare a transformatorului.

În acest caz transformatorul intermediar de egalizare special, necesar pentru realizarea protecţiei diferenţiale longitudinale, are numai două înfăşurări de egalizare şi o înfăşurare secundară.

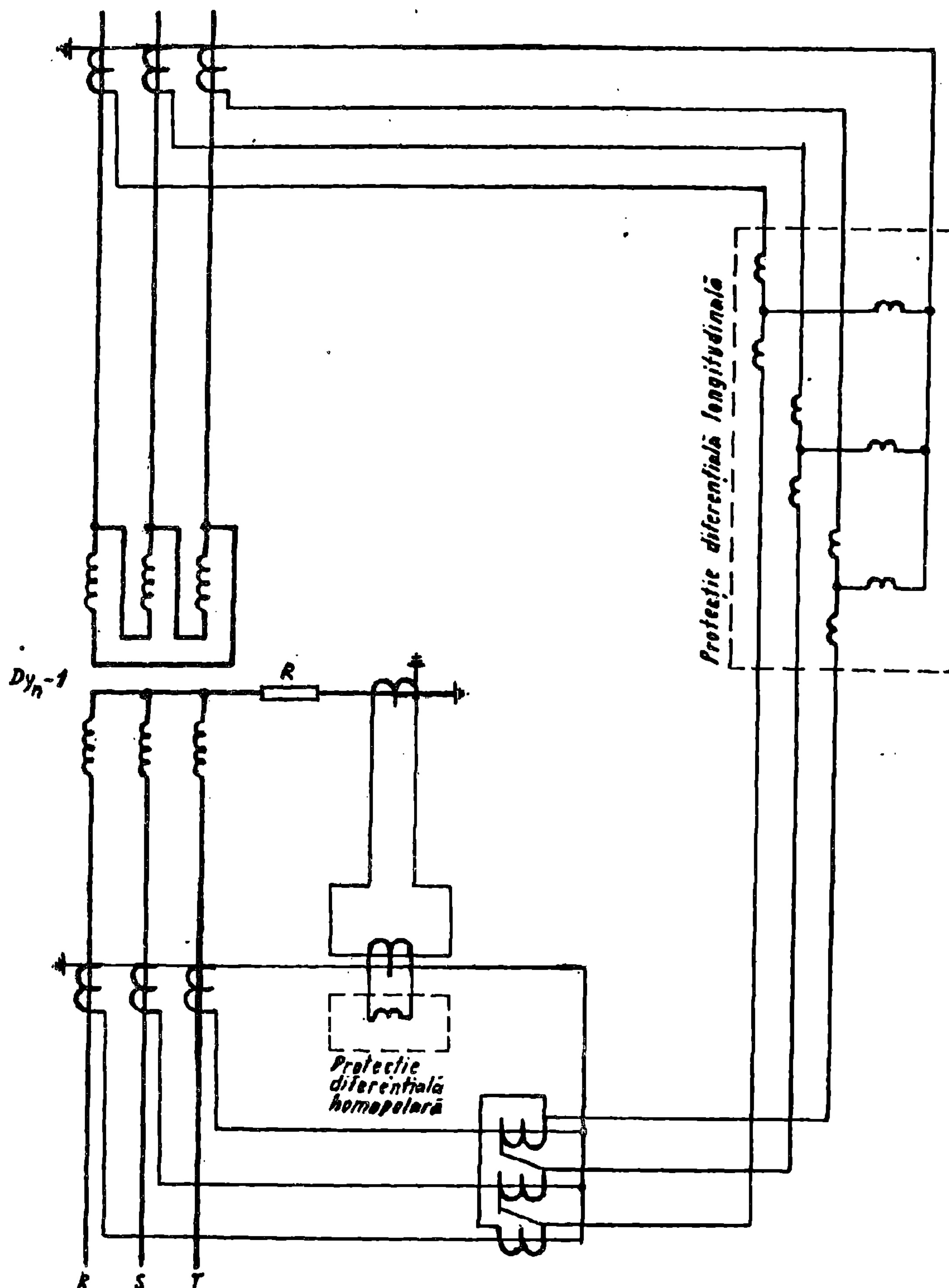
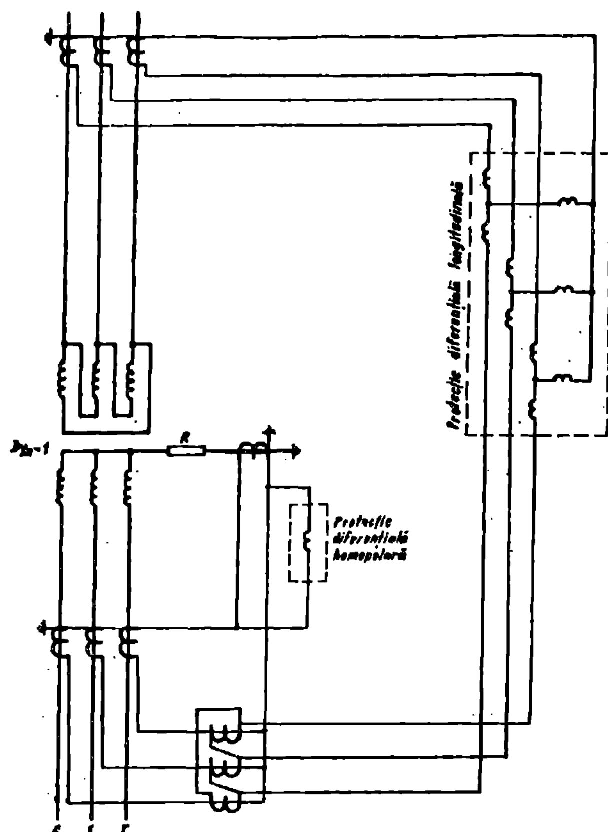


Figura 12



Soluţia din figura 13 se utilizează atunci când transformatoarele de curent de pe partea de 6,3 kV şi de pe neutrul transformatorului protejat au rapoarte de transformare identice.

Figura 13.

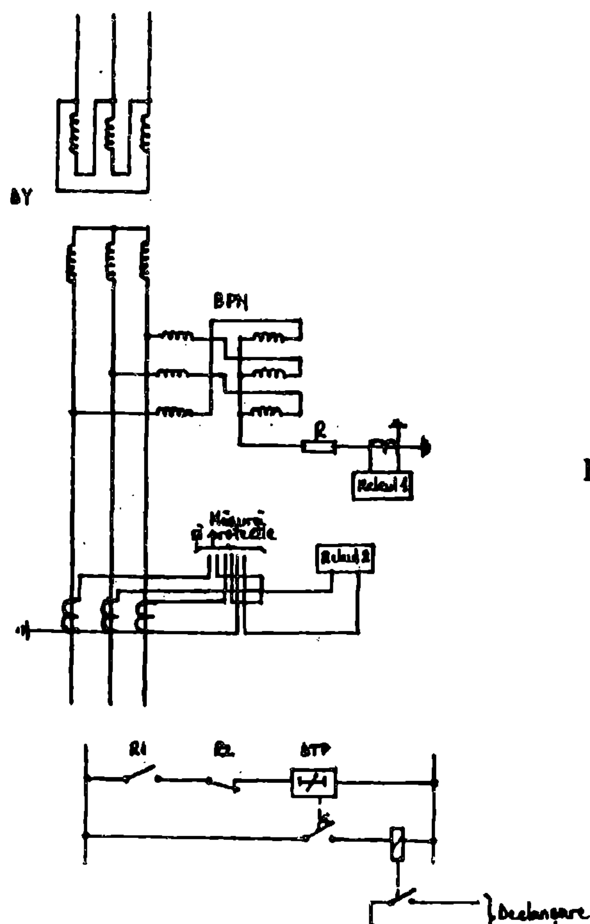


Figura 14.

Tot ca protecţie de bază împotriva scurtcircuitelor monofazate pe partea de 6,3 kV ale transformatorului se foloseşte <u>protecţia homopolară de curent cu zonă de acţionare limitată.</u>

Această protecţie se realizează cu două relee de curent racordate la transformatorul de curent de pe rezistor, respectiv la FCSH de pe transformatoarele de curent din celula de 6,3 kV ale transformatorului protejat (figura 14).

La scurtcircuite monofazate exterioare acţionează ambele relee, deschiderea contactelor releului R_2 blochează acţionarea la declanşare, iar la scurtcircuite monofazate interioare acţionează numai releul 1, contactul normal închis al releului 2 rămânând stabilit, protecţia acţionează la declanşarea blocului.

c) Protecţia maximală de curent pe partea tensiunii superioare a transformatorului, ca protecţie de rezervă împotriva scurtcircuitelor polifazate în interiorul zonei protejate sau exterioare pe partea de 6,3 kV. Protecţia se racordează la transformatoarele de curent în bornele sau în barele capsulate de tensiune superioară ale trnsformatorului.

Această protecţie nu are condiţii de funcţionare la scurtcircuite monofazate pe partea de 6,3 kV a transformatorului, întrucât valorile curenţilor de scurtcircuit monofazat sunt întotdeauna mai mici decât curentul de acţionare al protecţiei.

Protecţia se realizează bifazat sau trifazat.

In cazul în care nu se obţine o sensibilitate corespunzătoare a protecţiei la scurtcircuite polifazate pe partea de 6,3 kV, această protecţie se prevede cu blocaj de tensiune minimă.

Protecţia comandă temporizat declanşarea blocului.

d) Protecţia maximală de curent temporizată pe partea tensiunii inferioare a transformatorului, ca protecţie de bază împotriva scurtcircuitelor polifazate pe barele staţiei de 6,3 kV alimentate împotriva defectelor pe elementele racordate la aceste bare.

Protecţia se realizează bifazat şi se racordează la transformatoarele de curent ale transformatorului din celula de 6,3 kV.

Protecţia nu are condiţii să funcţioneze la scurtcircuite monofazate pe barele staţiei alimentate de transformator şi pe elementele racordate la aceste bare.

Protecţia acţionează la declanşarea întrerupătorului de 6,3 kV al transformatorului şi la blocarea AAR aferentă. Se prevede o treaptă de timp suplimentară, prin care, la refuzul de declanşare a întrerupătorului de 6,3 kV al transformatorului, să declanşeze blocul generator-transformator.

e) Protecţia homopolară de curent, temporizată pe partea tensiunii inferioare a transformatorului, ca protecţie de bază împotriva scurtcircuitelor monofazate pe barele staţiei de 6,3 kV şi ca protecţie de rezervă împotriva scurtcircuitelor monofazate pe elementele racordate la aceste bare.

Protecţia se racordează pe FCSH realizat pe transformatoarele de curent din celula de 6,3 kV aferentă transformatorului.

Protecţia comandă temporizat declanşarea întrerupătorului de 6,3 kV al transformatorului şi blocarea AAR aferentă.

f) Protecţia homopolară de curent, temporizată pe legătura la pământ a neutrului de 6,3 kV ca protecţie de rezervă împotriva scurtcircuitelor monofazate pe partea de 6,3 kV a transformatorului şi din reţeaua de 6,3 kV alimentată.

Protecţia comandă temporizat declanşarea blocului generator - transformator.

g) Protecţia maximală de tensiune homopolară, temporizată, ca protecţie de rezervă împotriva defectelor monofazate pentru cazurile în care legătura la pământ a neutrului prin rezistenţă este întreruptă. Protecţia se conectează la triunghiul deschis al transformatoarelor de tensiune de pe barele de 6,3 kV aferente.

Protecţie acţionează temporizat la semnalizare.

h) Protecţia de suprasarcină temporizată pe partea tensiunii superioare a transformatorului, se realizează pe o singură fază şi acţionează cu temporizare la semnalizare.

i) Protecţia de gaze a transformatorului, ca protecţie de bază împotriva defectelor interioare însoţite de degajări de gaze

Protecţia se realizează cu relee de gaze şi acţionează la semnalizare sau declanşare funcţie de natura şi intensitatea defectului.

k) Protecţia de supratemperatură a uleiului din cuva transformatorului, acţionează netemporizat la semnalizare, când temperatura uleiului atinge o valoare prestabilită.

In figura 15 este prezentată schema protecţiilor menţionate la punctele C - K pentru transformator de servicii proprii de bloc cu conexiunea pe 6,3 kV în stea cu neutrul legat la pământ prin rezistor.

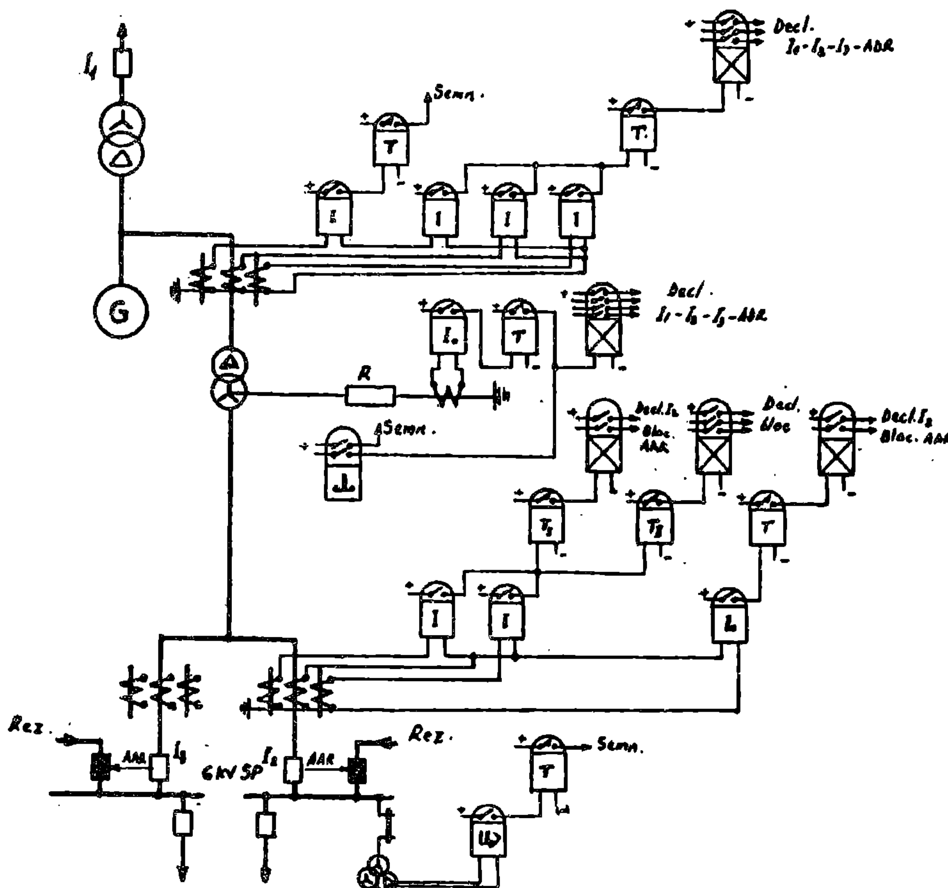


Figura 15

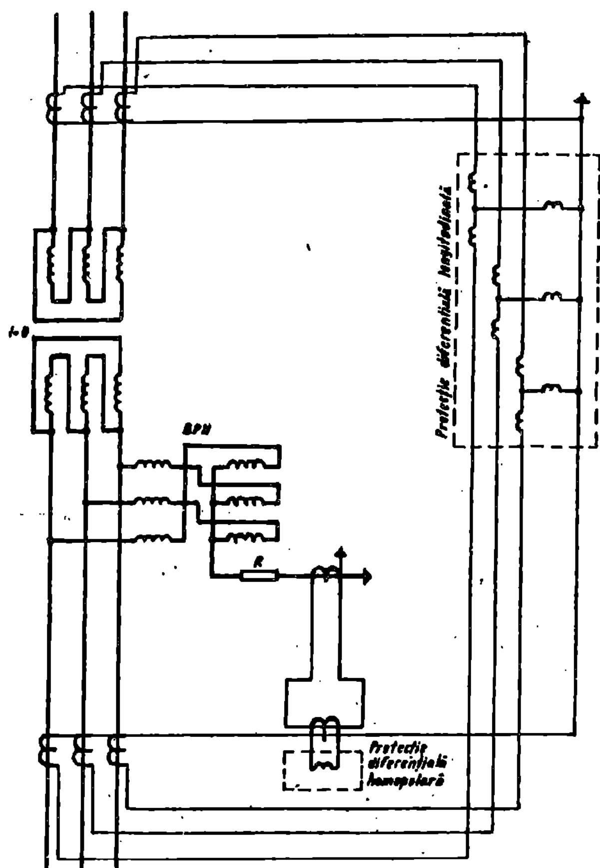


Figura 16

3.2. Soluţia "b" (BPM + R conectate în derivaţie la bornele de 6,3 kV ale transformatoarelor de servicii proprii-bloc).

Pentru protejarea acestor transformatoare se prevăd protecţiile menţionate la pct. 3.1. a-k completate cu:

- protecţia de gaze a BPN ca protecţie de bază împotriva defectelor interioare însoţite de degajări de gaze; protecţia acţionează la semnalizare sau declanşarea blocului generator-transformator funcţie de natura şi intensitatea defectului.

In figurile 16, 17, 18 sunt prezentate modalităţi de realizare a protecţiei diferenţiale longitudinale împreună cu protecţia diferenţială homopolară pentru transformatoare de servicii proprii de bloc cu conexiune triunghi pe partea de 6,3 kV, neutrul fiind realizat cu BPN+R conectate în derivaţie la bornele de 6,3 kV.

Soluţiile prezentate se utilizează în aceleaşi condiţii cu cele descrise la pct. 3.1.1 pentru figurile 11, 12, 13.

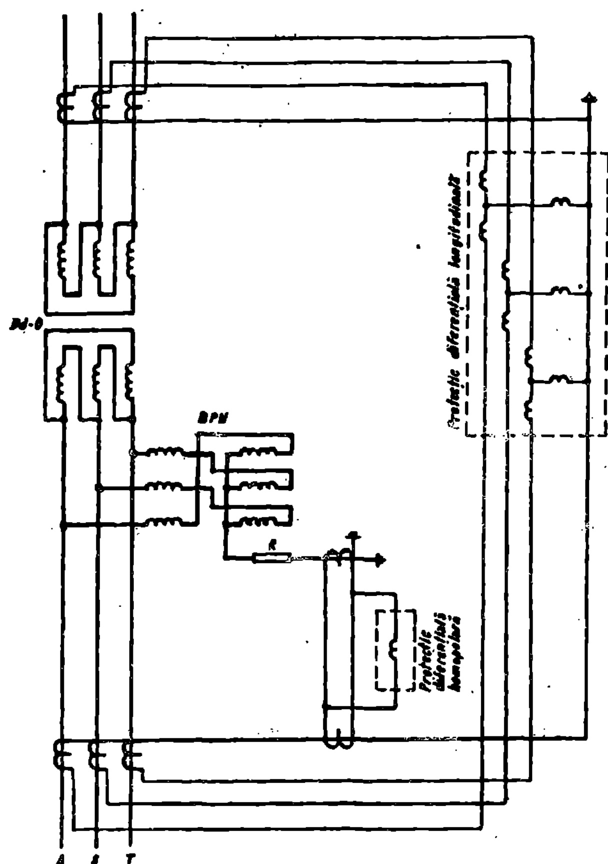


Figura 17

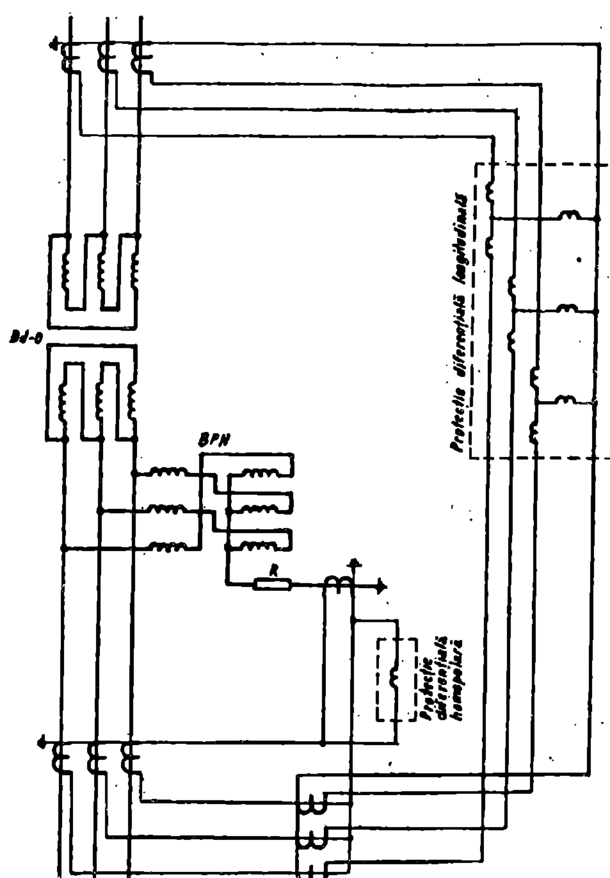


Figura 18

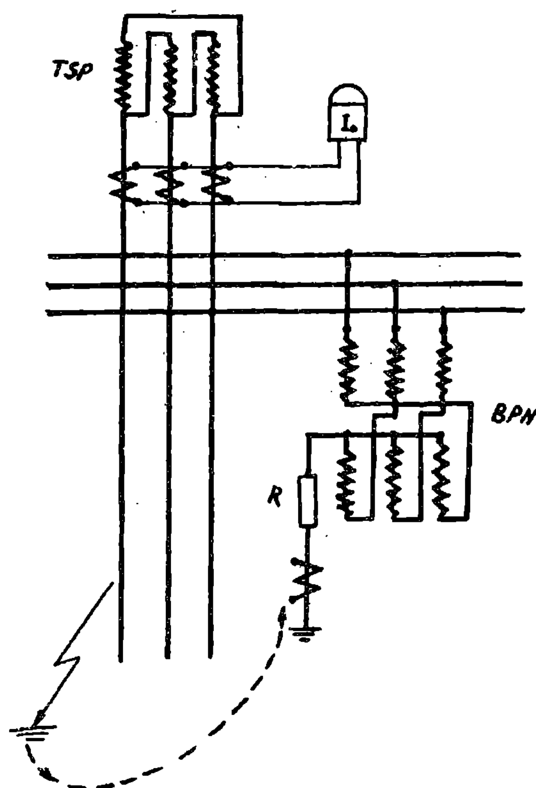


Figura 19

3.3 Soluţia "c" (BPM + R conectate pe barele staţiilor de servicii de bloc de 6,3 kV)

Pentru protejarea acestor transformatoare se prevăd protecţiile menţionate la punctul 3.1.1 a, c - k.

Referitor la protecţia de la pct. 3.1.1 e - protecţia homopolară de curent temporizată pe partea tensiunii inferioare a transformatorului, această protecţie are o zonă limitată de acţionare (înfăşurările de tensiune inferioară ale transformatorului şi legăturile până la transformatoarele de curent din celula de 6,3 kV aferentă); protecţia nu sesizează scurtcircuite monofazate exterioare (figura 19).

In această situaţie, protecţia homopolară de curent înlocuieşte protecţia diferenţială homopolară necesară pentru soluţiile a şi b de realizare a legării neutrului la pământ prin rezistenţă.

3.4 Protecţia transformatoarelor de servicii proprii comune, generale şi de rezervă.

Pentru realizarea protecţiei acestor transformatoare se are în vedere modul de realizare a legării la pământ prin rezistenţă a neutrului reţelei de medie tensiune de servicii proprii.

Protecţiile care se prevăd sunt menţionate la pct. 3.1 - 3.2 - 3.3, corespunzător modului de realizare a legării neutrului prin rezistenţă.

3.5 Protecţia bobinelor pentru crearea neutrului artificial (BPN) conectate pe barele staţiilor de servicii proprii de 6,3 kV.

Pentru protecţia BPN se prevăd:

a) Protecţia maximală de curent temporizată, ca protecţie de bază împotriva scurtcircuitelor monofazate şi polifazate în interiorul BPM şi pe legături până la transformatoarele de curent.

Protecţia se racordează la secundarele transformatoarelor conectate în triunghi amplasate în celula de 6,3 kV aferentă BPN şi comandă cu o mică temporizare întrerupătorul propriu.

b) Protecţia de gaze a BPN, ca protecţie de bază împotriva defectelor însoţite de degajări de gaze; protecţia comandă fără temporizare întrerupătorul BPN (figura 20).

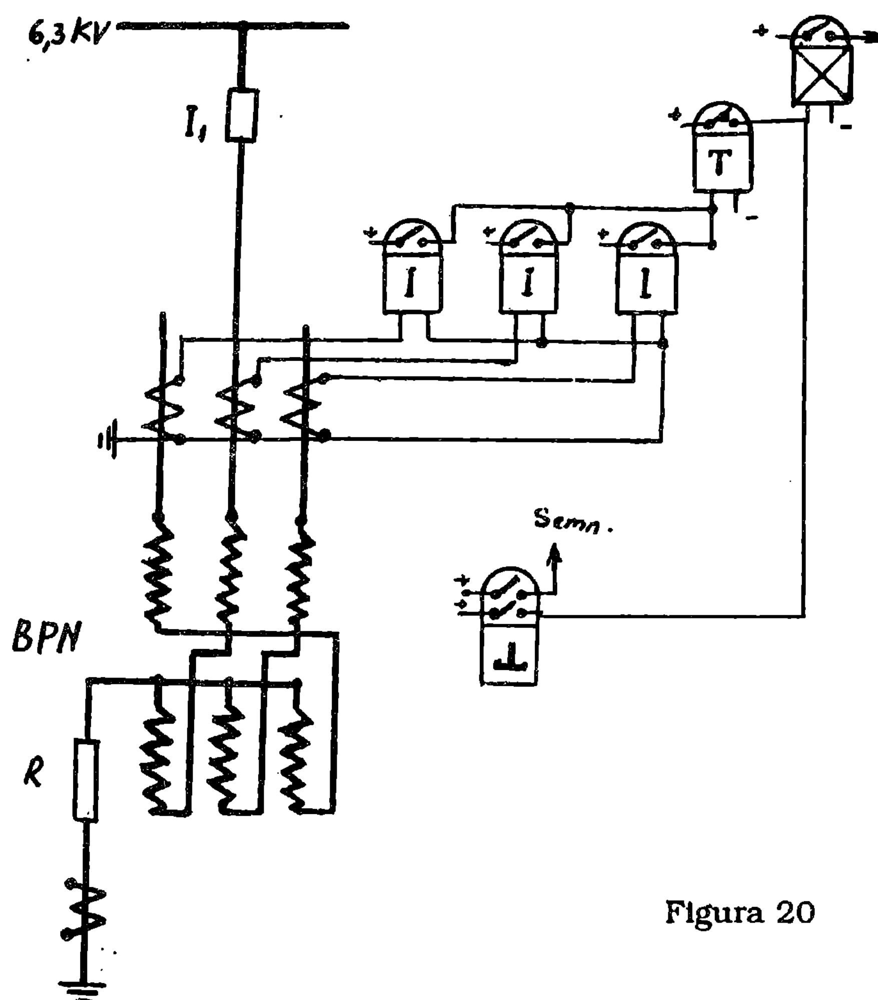


Figura 20

3.6 Protecţia liniilor de 6 kV.

Pentru protecţia liniilor de 6 kV se prevăd:

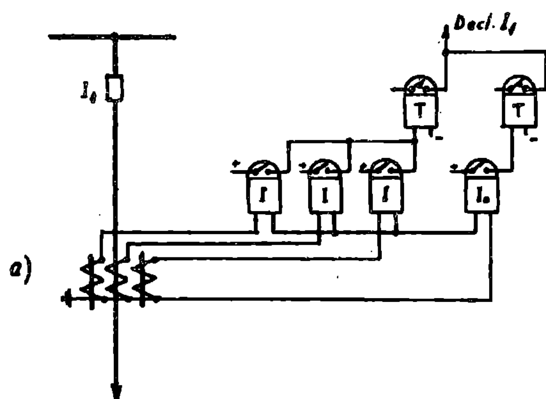
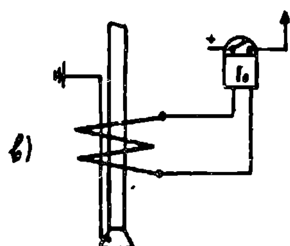


Figura 21



a) Protecţia maximală de curent, temporizată ca protecţie de bază împotriva scurtcircuitelor polifazate pe linie.

Protecţia se racordează la transformatoarele de curent din celula liniei respective şi comandă temporizat întrerupătorul propriu.

b) Protecţia homopolară de curent temporizată, ca protecţie de bază împotriva scurtcircuitelor monofazate pe linie.

Protecţia se racordează la FCSH format la transformatoarele de curent din celula liniei sau la transformatorul de curent toroidal (TSH) amplasat pe cablu (figurile 21 a, b).

Protecţia comandă temporizat întrerupătorul liniei.

3.7 Protecţia cuplelor longitudinale de 6,3 kV.

Pentru protecţia cuplelor longitudinale de 6,3 kV se prevăd:

a) Protecţie maximală de curent temporizată, ca protecţie de bază împotriva scurtcircuitelor polifazate pe barele de 6,3 kV şi ca protecţie de rezervă împotriva defectelor pe elementele racordate la barele de 6,3 kV alimentate prin cupla respectivă.

Protecţia se racordează la secundarele transformatoarelor de curent aferente cuplei şi comandă temporizat declanşarea întrerupătorului cuplei.

b) Protecţia homopolară de curent temporizată, ca protecţie de rezervă împotriva scurtcircuitelor monofazate pe elementele racordate la barele de 6,3 kV alimentate prin cupla respectivă.

Protecţia se racordează la FCSH realizat la transformatoarele de curent din celula de 6 kV a cuplei.

Protecţia comandă temporizat declanşarea întrerupătorului propriu (figura 22).

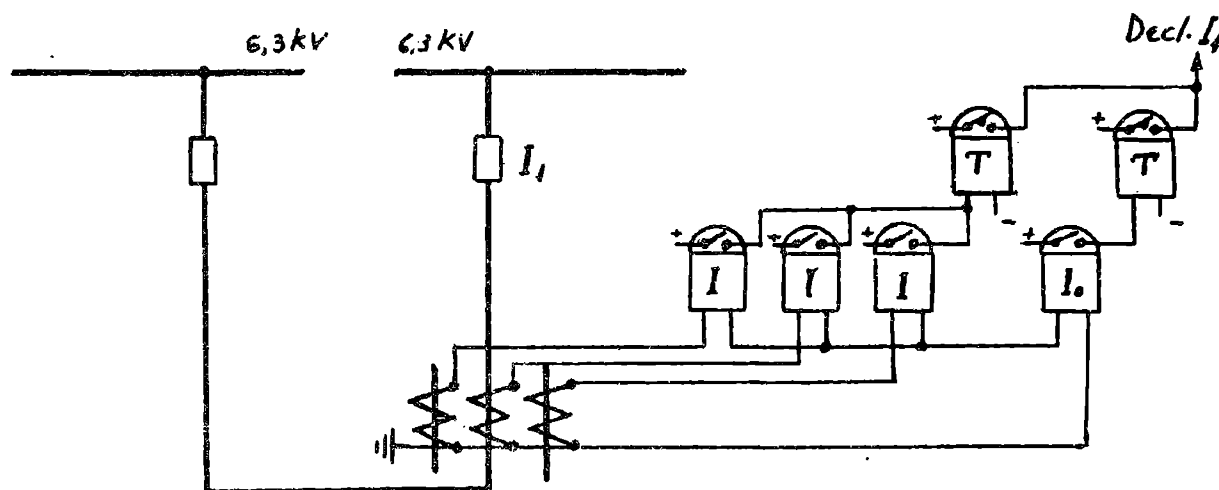


Figura 22

3.8 Transformatoare de servicii proprii 6,3 / 0,4 kV.

Pentru protecţia transformatoarelor de SP 6,3 / 0,4 kV se prevăd:

a) protecţia maximală de curent netemporizată (secţionarea de curent) împotriva scurtcircuitelor polifazate pe legăturile de 6,3 kV ale transformatorului şi împotriva defectelor interioare protejând o parte a înfăşurărilor transformatorului.

Protecţia se racordează la transformatoarele de curent din celula de 6,3 kV a transformatorului protejat.

Pentru asigurarea selectivităţii protecţiei, aceasta se desensibilizează faţă de curentul de scurtcircuit maxim exterior (scurtcircuit pe barele de 0,4 kV ale staţiei alimentată de transformator).

Protecţia se realizează bifazat sau trifazat şi comandă fără temporizare declanşarea tuturor întrerupătoarelor transformatorului.

b) protecţia maximală de curent temporizată, ca protecţie împotriva scurtcircuitelor interioare sau exterioare; protecţia constituie rezervă împotriva defectelor în zona secţionarei şi protecţie de bază în afara acestei zone.

Protecţia se racordează la transformatoarele de curent din celula de 6,3 kV, în

serie cu protecţia maximală de curent netemporizată.

Protecţia se realizează bifazat sau trifazat şi comandă temporizat declanşarea întreruptoarelor transformatorului.

c) <u>protecţia homopolară de curent</u> temporizată împotriva scurtcircuitelor monofazate pe partea de 6,3 kV a transformatorului.

Protecţia se racordează la FCSH format la transformatoarele de curent din celula de 6,3kV a transformatorului.

d) <u>protecţia de gaze a transformatorului</u> ca protecţie de bază împotriva defectelor interioare însoţite de degajări de gaze (protecţie specifică pentru transformatoare cu cuvă cu ulei).

Protecţia comandă fără temporizare declanşarea întrerupătoarelor transformatorului sau semnalizarea funcţie de natura şi intensitatea defectului.

Această protecţie se prevede numai pentru transformatoare cu putere mai mare de 100 kVA.

e) protecţia homopolară de curent, împotriva scurtcircuitelor monofazate din înfăşurările de 0,4 kV ale transformatorului şi pe legăturile aferente.

Protecţia se racordează la transformatorul de curent amplasat pe conductorul de nul al transformatorului în imediata apropiere de transformator şi comandă declanşarea întrerupătoarelor transformatorului.

f) <u>protecţia maximală de curent, temporizată pe partea de 0,4 kV</u> a transformatorului care comandă declanşarea întrerupătorului de 0,4 kV respectiv.

Această protecţie este realizată prin declanşatoarele maximale de curent (electromagnetice şi termice) incluse în întrerupătorul automat de 0,4 kV al transformatorului.

In figura 23 este prezentată protecţia unui transformator 6/0,4 kV servicii proprii.

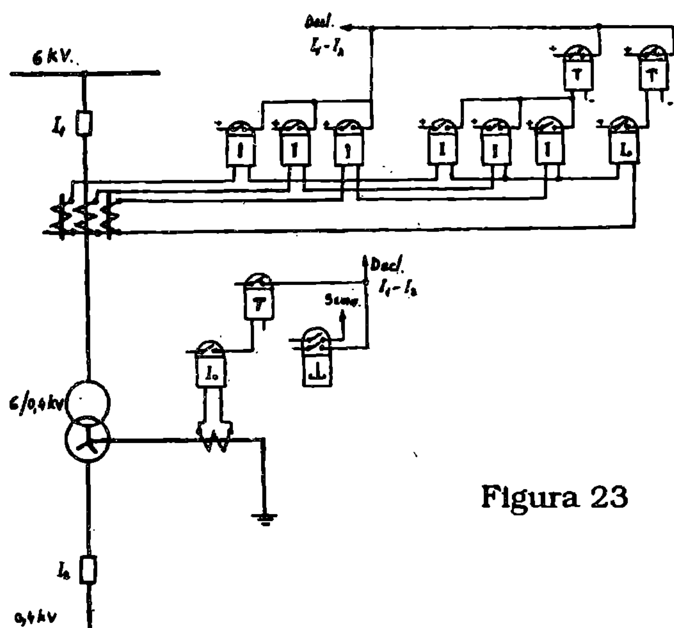


Figura 23

3.9 <u>Protecţia motoarelor de 6,3 kV</u>.

Problema a fost tratată în lucrarea AMpt4-2/1994. In prezenta lucrare se aduc completările impuse de tratarea prin rezistenţă a neutrului reţelei e medie tensiune a serviciilor proprii.

<u>Referitor la protecţia homopolară de curent, temporizată</u>, împotriva scurtcircuitelor monofazate din motor şi pe legăturile aferente:

- protecţia se racordează la FCSH realizat în secundarele transformatoarelor de curent din celula de 6,3 kV a transformatorului sau la secundarul transformatorului de curent toroidal amplasat pe cablul de 6,3 kV al transformatorului (TSH).

Protecţia comandă temporizat declanşarea motorului.

Verificat: dr. ing. T. Popa

BIBLIOGRAFIE

Călin Sergiu	Protecţia prin relee a sistemelor electrice, Editura Tehnică, Bucureşti 1975.
Iacobescu Gh. şi colectiv	Reţele Electrice, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti 1981.
MEE	PE 501/85 Normativ pentru instalaţiile de protecţie prin relee şi automatizări.
ICEMENERG	Indreptar de proiectare pentru reţele de MT cu neutrul legat la pământ prin rezistenţă. 1E - Ip 35/1-90
ICEMENERG ISPE 1990	Cercetări şi experimentări pentru stabilirea soluţiilor şi asimilări de echipamente privind tratarea neutrului în reţelele de servicii proprii ale termocentralelor.